

## INFLUENCIA DE LA LUZ SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE MALEZA DE CLIMA FRIO (\*)

por

**Héctor Guillermo Achicanoy López**

y

**Gerardo López Jurado (\*\*)**

### 1.— INTRODUCCION

Parece que las plantas indeseables comunmente son las productoras de semillas más fértiles y de mayor capacidad de supervivencia.

En el suelo se van acumulando sin que se advierta su presencia; allí permanecen hasta que el agricultor las remueve hacia la superficie en donde encuentran las condiciones apropiadas para la germinación, produciendo luego abundante vegetación.

Los factores que regulan la germinación son varios; uno de ellos, la luz, desempeña un papel importante dentro del proceso germinativo. Recientemente se han reconocido casos de la gran influencia de la luz, la que actúa de modo muy distinto según las diversas plantas.

En ciertos tipos de semillas la luz actúa como estimulante, aumentando el porcentaje de germinación; en otros, retarda la germinación; mientras que otro tipo de semillas se muestra indiferente a los efectos de la luz.

No todos los colores que componen el espectro visible influyen en la germinación. El color rojo estimula la germinación; otros colores tienen poco o ningún efecto (5).

Con el fin de incrementar los conocimientos acerca de los efectos de la luz sobre la germinación, se realizó el presente trabajo utilizando semillas de algunas malezas que invaden los cultivos de clima frío.

---

(\*) Parcial de la Tesis de Grado presentada por el primer autor bajo la dirección del segundo.

(ü\*) Profesor- Jefe del Departamento de Biología-Universidad de Nariño.- Pasto, Colombia.

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

1.— Observación de los efectos de la luz en la germinación, teniendo en cuenta estos aspectos:

- a.— Germinación en condiciones normales.
- b.— Germinación en condiciones de oscuridad.
- c.— Germinación bajo irradiación de luz blanca, en función del tiempo de irradiación.
- d.— Germinación bajo irradiación roja y "rojo lejano", en función del tiempo de irradiación.
- e.— Germinación bajo irradiación roja y "rojo lejano", en función del tiempo de incubación.
- f.— Demostración de antagonismo sobre la germinación, entre irradiación roja y "rojo lejano" y entre irradiación "rojo lejano" y roja.

2.— Clasificación de las malezas estudiadas, con respecto a la luz.

## II.— REVISION DE LITERATURA

### Generalidades.

El fenómeno de la germinación, desde el punto de vista fisiológico, está regulado por tres factores: medio ambiente, viabilidad y latencia. El medio ambiente básicamente está formado por el clima (humedad, temperatura, oxígeno y luz), el suelo y el aspecto sanitario. Respecto a la luz, este factor es de especial importancia en la germinación, y su estudio ha ayudado al entendimiento de los otros factores como humedad, temperatura y oxígeno (10).

En ciertos tipos de semillas, la luz actúa como estimulante y eleva el porcentaje de germinación. Algunas semillas retardan su germinación cuando son expuestas a la luz; por tal motivo deben germinar en la oscuridad (15).

La mayor parte de las semillas agrícolas o cultivadas no son afectadas por la luz durante la germinación, por lo cual pueden germinar normalmente tanto en luz como en oscuridad; sin embargo, existen ciertas especies sensitivas a la luz (10).

### La luz y su relación con otros factores de la germinación.

Se ha establecido que para que la luz pueda actuar, es necesario que la semilla esté embebida, resultando así una relación importante con el factor humedad. En algunos casos, una imbibición prolongada o demasiado corta no favorece la recepción de la luz (10).

Tan activo como el influjo de la luz, es el de la temperatura; semillas que a cierta temperatura sólo germinan en presencia de luz,

pueden hacerlo también en la oscuridad siempre que la temperatura sea más elevada. En general, la acción de la luz es más perceptible a temperaturas bajas que a altas (16).

La reacción a la luz está asociada principalmente con las semillas recién cosechadas y tiende a disminuir con el almacenamiento en seco continuado. La remoción de la cubierta de las semillas o su punción en cierta forma, puede producir pérdida de la sensibilidad a la luz (19).

El oxígeno es otro de los factores decisivos en la acción de la luz sobre la germinación de las semillas. Las semillas de algunas variedades de lechuga como de otras especies, que normalmente no necesitan de luz para germinar, pueden en un momento dado necesitar de ésta cuando están a temperatura y humedad elevadas. Estas condiciones producen una mayor demanda de oxígeno por aumento de la respiración, impidiendo así que la germinación se realice (10).

### Características de la luz que influye en la germinación.

Las ondas de mayor longitud del espectro visible en las zonas del rojo, anaranjado y amarillo, adelantan la germinación de las semillas de lechuga, mientras que las ondas de longitud más corta, en las zonas del verde, azul y violeta, la inhiben. La zona infrarroja produce inhibiciones mucho mayores que las de verde, azul y violeta (6).

La luz roja estimula la germinación de las semillas. Otros colores tienen poco o ningún efecto. Las longitudes de onda comprendidas entre 7.000 Å y 7.400 Å inhiben la germinación de ciertas semillas que normalmente germinan en la oscuridad (5).

Estudiado el efecto de las diferentes regiones del espectro sobre muchas semillas, se llegó a la conclusión de que los rayos visibles más largos ayudan más eficazmente a la germinación que los rayos más cortos (6).

Se ha dado un paso importante en el conocimiento de la luz al descubrir que la acción de ésta era reversible. Cuando se someten las semillas de lechuga a la luz roja, se estimula la germinación; si en seguida se las somete a la luz infrarroja se inhibe la germinación y si nuevamente se las expone a la luz roja, se vuelve a estimular la germinación (10).

### Mecanismo de sensibilidad a la luz. El Fitocromo.

La respuesta a la luz roja e infrarroja tiene lugar a causa de que la planta, de preferencia, absorbe la energía de estas longitudes de onda para luego transferir esta energía absorbida a alguna reacción química. La respuesta del tejido vegetal a la luz roja requiere, por lo tanto, la presencia en él de un compuesto que absorba luz roja y que lógicamente se trata de un pigmento especial (5).

Experimentos recientes han revelado la existencia en el tejido vegetal de un compuesto fotorreceptivo, al cual se llamó fitocromo.

Según Kimbal (12), el fitocromo es una proteína a la cual está ad-

herido un grupo prostético que es, precisamente, el que le comunica la propiedad de absorber la luz. El hecho de que el fitocromo absorba más fuertemente la luz roja permite deducir que su color sea azul.

La cantidad de fitocromo es extremadamente pequeña (7, 10, 12, 17). Se trata de un pigmento azulado formado por una proteína y otra molécula y es indudablemente una enzima. El fitocromo ocurre en 2 formas; la primera llamada fitocromo 660 o Pr sensible a la luz roja, 660 mu y la segunda llamada fitocromo 735 o Pfr sensible a la luz infrarroja, 735 mu (7).

El análisis ha demostrado que al absorber la luz roja, las moléculas del fitocromo toman una segunda forma, Pfr; esta segunda forma puede convertirse de nuevo en el fitocromo original, Pr, por irradiación de luz infrarroja (2). Las transformaciones son totalmente fotoquímicas y tienen lugar con igual facilidad a temperaturas muy bajas como altas (7).

Puesto que el efecto de la luz roja sobre el tejido vegetal es reversible cuando se expone a la luz infrarroja, significa que el Pr y Pfr son formas diferentes del mismo compuesto (15). El efecto reversible indica la presencia de un pigmento así mismo reversible, que en cierta condición ese pigmento es capaz de absorber la luz roja bñ necesario en la cadena de las reacciones químicas que conducen a la germinación (5).

De los experimentos se deduce con fundamento que la forma activa es aquella que absorbe la luz infrarroja. La forma Pfr es la estimulante de la germinación porque luego de la exposición a la luz roja, el fitocromo original Pr pasa a la forma Pfr que en la oscuridad permite la total germinación (10).

Cuando el fitocromo se encuentra en su forma activa Pfr, estimula al ADN para que libere al mensajero ARN; en respuesta al ARN causa la producción de enzimas, aun desconocidas, para iniciar el proceso de la germinación. Esto indica que las semillas que requieren luz para germinar, deben presentar una deficiencia en una clase particular del mensajero ARN (10).

### III.— MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño en el tiempo comprendido entre el 5 de junio y el 10 de noviembre de 1972.

#### Materiales.

Para el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales; cuarto oscuro, cámara de germinación marca Paul Pilikeit Nalle a.s., cámara de rocío, lámparas fluorescentes discriminadas así: luz blanca

Philips TL20W54, luz tropical, luz roja Sylvania F20D, luz verde Sylvania F20D, bombillas incandescentes normales Philips 40W, filtros de celofán de colores azul, rojo y verde, cajas de Petri de 9 cm. de diámetro, papel filtro Whatman No. 2, agua desionizada, recipientes plásticos, espectrómetro marca Leybold-Hernacus, sicrómetro ventilado tipo Azmann, termómetro de 100°C y marcador de vidrio.

#### Métodos.

Se coleccionaron semillas de 20 especies de malezas de clima frío, seleccionadas de acuerdo a su abundancia e importancia económica teniendo como base algunos trabajos sobre estas malezas (3, 14).

Las semillas se colocaron en bolsas plásticas previamente marcadas; luego se almacenaron en un cuarto oscuro bajo condiciones secas y temperatura ambiental.

Las semillas, en número de 50, se depositaron sobre una caja de Petri que contenía 4 discos de papel filtro humedecido con agua desionizada. Se trató de mantener el sustrato uniformemente húmedo.

Se efectuaron varios tratamientos, los que se realizaron por duplicado.

El tratamiento en condiciones normales se llevó a cabo en una cámara de rocío colocada en un cuarto con luz natural; el tratamiento en la oscuridad se realizó en una cámara de germinación y los tratamientos con luz artificial tuvieron lugar en un cuarto oscuro.

Se procuró mantener una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del  $93\% \pm 2\%$  durante todo el tiempo que duró cada tratamiento excepto en condiciones normales, cuya temperatura fue de  $18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa del  $90\% \pm 2\%$ .

Para la obtención de las diferentes clases de luz se siguió el método descrito por Akkermans y Rooden (1), ligeramente modificado.

Para la luz blanca se emplearon 4 lámparas blancas fluorescentes en combinación con 4 bombillas incandescentes normales. La composición de espectro fue así: violeta 19,9%, azul 31,7%, verde 10,9%, amarillo 9,7%, anaranjado 8,5% y rojo 19,3%.

La fuente de luz roja consistió de 3 lámparas rojas fluorescentes en combinación con 2 filtros de celofán de color rojo. El espectro estuvo formado por 100% de rojo.

Para la obtención de la luz "rojo lejano" se utilizó un conjunto de 5 bombillas incandescentes normales en combinación con un filtro de celofán rojo y 2 de color azul. El espectro formado por dicha irradiación correspondió aproximadamente al espectro que presentan los elementos Cadmio, Litio y Potasio, con un porcentaje del 47,6% y al de los elementos Hierro, Manganeso y Silicio, con un porcentaje del 52,4%.

Las semillas se colocaron a 60 cm. de la fuente luminosa. Con el objeto de obtener una humedad relativa del  $93\% \pm 2\%$ , aproximadamente, se colocó debajo de las cajas de Petri una fuente con 6.000 c.c. de agua.

Para facilitar el manejo de las semillas durante los tratamientos con luz artificial y los conteos de las semillas germinadas en la oscuridad, se utilizó luz verde cuya fuente consistió en una lámpara verde fluorescente cubierta con 2 filtros de celofán del mismo color. La composición espectral fue la siguiente: violeta 49,2%, verde 45,4% y amarillo-anaranjado 5,4%. Muchos investigadores han comprobado que esta clase de luz no ejerce ninguna influencia en la germinación (1, 5, 16).

Las semillas empleadas para los tratamientos con luz artificial, se sometieron a una incubación previa, en la cámara de germinación, por un período de 24 horas; además, para los tratamientos con luz roja y "rojo lejano" se usaron tiempos de incubación de 3 y 12 horas. Posteriormente se expusieron a la luz artificial correspondiente, según el tratamiento.

Una vez realizada la correspondiente irradiación, las cajas de Petri se colocaron en la cámara de germinación; allí permanecieron hasta la culminación del experimento.

Los porcentajes finales de germinación se determinaron luego de observar durante unos cuantos días que ya no germinaban más semillas.

#### IV.— RESULTADOS Y DISCUSION

##### Determinación de las malezas estudiadas.

En el presente estudio se trabajó con un grupo de semillas de malezas de los cultivos de clima frío del Altiplano de Pasto, las cuales aparecen consignadas en la Tabla I, ordenadas alfabéticamente de acuerdo al nombre científico y acompañadas del nombre vulgar más comúnmente utilizado.

##### TRATAMIENTO: Condiciones Normales.

En condiciones normales, el ballico obtuvo el máximo porcentaje de germinación con un 100%, el diente de león alcanzó un 96%. Las semillas de nabo amarillo, rabanillo, barrabasillo, lengua de vaca y forastera mostraron el mínimo de germinación 3,4% como promedio.

Las semillas de gualola, corazón herido y poma no germinaron, debido al espesor y dureza de la testa. En las demás malezas los porcentajes de germinación oscilaron entre 20% y 90% (Tabla II).

#### — TABLA I —

##### DETERMINACION DE LAS MALEZAS DE LOS CULTIVOS DE CLIMA FRIO DEL ALTIPLANO DE PASTO

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR
<i>Amaranthus dubius</i> Mart.	Bledo
<i>Avena fatua</i> L.	Avena negra
<i>Brassica campestris</i> L.	Nabo amarillo
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L) Medic.	Pan con queso
<i>Chenopodium paniculatum</i> Hook,	Cenizo
<i>Galinsoga Parviflora</i> Cav.	Chagraquigua
<i>Lepidium bipinnatifidum</i> Desv.	Chichira
<i>Lolium temulentum</i> L.	Ballico
<i>Malvastrum peruvianum</i> (L.) Gray.	Malva blanca
<i>Medicago hispida</i> Gaertn.	Trébol cadillo
<i>Polygonum nepalense</i> Meins.	Corazón herido
<i>Polygonum segetum</i> H. B. K.	Gualola
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Rabanillo
<i>Rumex acetosella</i> L.	Barrabasillo
<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca
<i>Silene gallica</i> L.	Forastera
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Poma
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Canayuyo
<i>Spergula arvensis</i> L.	Anisillo
<i>Taraxacum officinale</i> Weber.	Diente de león

##### TRATAMIENTO: Condiciones de oscuridad.

En condiciones de completa oscuridad no se presentaron porcentajes de germinación mayores del 85%. El mayor número de semillas germinadas en este tratamiento, lo obtuvieron las malezas avena negra, ballico y diente de león con un porcentaje promedio de 83,3%. Las semillas de malva blanca y forastera tuvieron una germinación menor al 15%.

Las semillas de algunas malezas tales como bleado, pan con queso, chagraquigua, chichira, barrabasillo y canayuyo, que sí germinaron en condiciones normales, no lo hicieron en la oscuridad. Las semillas de las malezas restantes obtuvieron porcentajes de germinación comprendidos entre 20% y 80%. (Tabla II).

En otras especies como avena negra, ballico, trébol cadillo, forastera, anisillo y diente de león, no se observaron diferencias en los 2 tratamientos respecto a los porcentajes de germinación de sus semillas (Tabla II).

Las semillas de gualola, corazón herido y poma, que en condiciones normales no germinaron, tampoco lo hicieron en este tratamiento.

PORCENTAJE DE GERMINACION EN CONDICIONES NORMALES Y DE OSCURIDAD

MALEZA	% GERMINACION CONDICIONES NORMALES	% GERMINACION OSCURIDAD
Bledo	46	0
Avena negra	85	80
Nabo amarillo	5	53
Pan con queso	23	0
Cenizo	35	78
Chagraquigua	89	0
Chichira	43	0
Ballico	100	85
Malva blanca	42	6
Trébol cadillo	80	71
Corazón herido	0	0
Gualola	0	0
Rabanillo	6	75
Barrabacillo	10	0
Lengua de vaca	3	25
Forastera	18	14
Poma	0	0
Canayuyo	71	0
Anisillo	26	22
Diente de león	96	85

TRATAMIENTO: Luz blanca, en función del tiempo de irradiación

En este tratamiento las semillas se expusieron a diferentes períodos de irradiación con luz blanca, con el fin de observar la influencia de éstos en la germinación.

El mayor porcentaje promedio de germinación se obtuvo cuando las semillas se irradiaron durante 72 horas; en cambio, cuando la irradiación se efectuó durante 3 horas, la germinación disminuyó (Tabla III).

En este tratamiento, como en los 2 anteriores, no germinaron las semillas de gualola, corazón herido y poma.

El aumento en el porcentaje de germinación de las semillas de bleado, chichira, malva blanca y canayuyo fue proporcional al aumento en los períodos de irradiación (Fig. 1).

Las semillas nombradas anteriormente, junto con las de pan con queso, chagraquigua y barrabacillo se consideran como semillas cuya germinación es favorecida por la luz (Tabla IV). Los porcentajes de germinación de dichas malezas fueron mayores en condiciones normales que los obtenidos en condiciones de oscuridad

PORCENTAJES DE GERMINACION CON DIFERENTES PERIODOS DE IRRADIACION CON LUZ BLANCA

MALEZA	Períodos de irradiación					
	3h.	6h.	12h.	24h.	48h.	72h.
Bledo	15	22	30	48	55	57
Avena negra	70	77	88	37	33	14
Nabo amarillo	65	67	58	18	16	15
Pan con queso	15	13	17	19	18	12
Cenizo	86	84	65	63	60	54
Chagraquigua	0	0	6	9	84	90
Chichira	3	6	7	12	15	21
Ballico	94	96	91	95	98	97
Malva blanca	7	10	18	28	37	49
Trébol cadillo	76	78	74	75	80	77
Corazón herido	0	0	0	0	0	0
Gualola	0	0	0	0	0	0
Rabanillo	60	58	54	51	38	36
Barrabacillo	0	6	12	32	43	49
Lengua de vaca	85	87	92	90	96	100
Forastera	16	18	15	20	18	19
Poma	0	0	0	0	0	0
Canayuyo	11	13	15	24	33	63
Anisillo	24	21	25	24	25	23
Diente de león	88	91	85	90	89	92

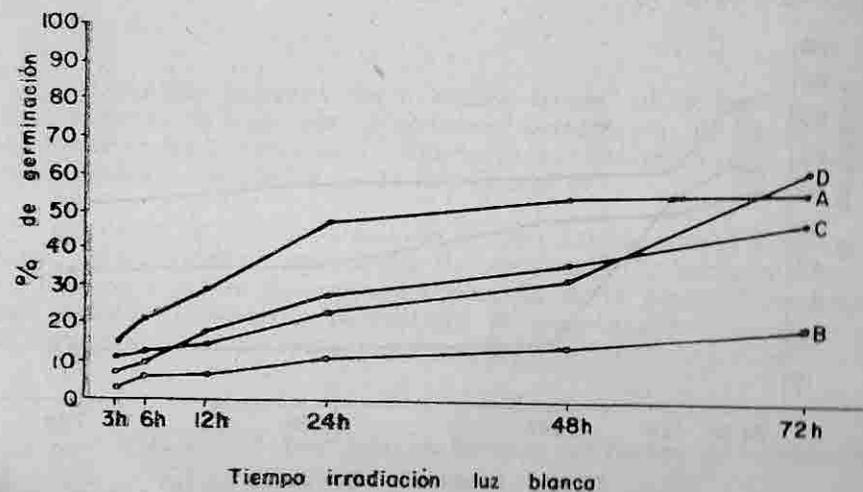


Fig. 1.—Porcentajes de germinación de: A. Bledo, B. Chichira, C. Malva blanca, D. Canayuyo, con diferentes períodos de irradiación con luz blanca.

CLASIFICACION DE LAS SEMILLAS POR SUS EXIGENCIAS EN LUZ U OSCURIDAD PARA LA GERMINACION

Malezas cuya germinación fue favorecida por la luz	Malezas cuya germinación fue favorecida por la oscuridad	Malezas cuya germinación fue indiferente a la luz u oscuridad
Bledo	Nabo amarillo	Avena negra
Pan con queso	Cenizo	Ballico
Chagraquigua	Rabanillo	Trébol Cadillo
Chichira		Forastera
Malva blanca		Anisillo
Barrabasillo		Diente de león
Canayuyo		

Es importante anotar que las semillas de lengua de vaca, a pesar de ser favorecidas en su germinación por los diferentes períodos de irradiación con luz blanca, 91,7% como promedio, cuando fueron tratadas bajo condiciones normales, se obtuvo un porcentaje de germinación del 3%, menor al obtenido en la oscuridad; esto significa que algunos de los factores que inciden en la germinación, posiblemente la temperatura, no fue apropiada. Debido a esta anomalía, no se puede clasificar a dicha maleza con respecto a su reacción a la luz.

Las semillas de nabo amarillo, cenizo y rabanillo, que obtuvieron mayor porcentaje de germinación en la oscuridad, se consideran como semillas cuya germinación es favorecida por la oscuridad (Tabla IV). En este caso, el porcentaje de semillas germinadas disminuía a medida que aumentaba el tiempo de irradiación, lo que parece indicar que una exposición prolongada de esas semillas a la luz blanca, produce reacciones adicionales que impiden la absorción estimulante de la luz. (Fig. 2).

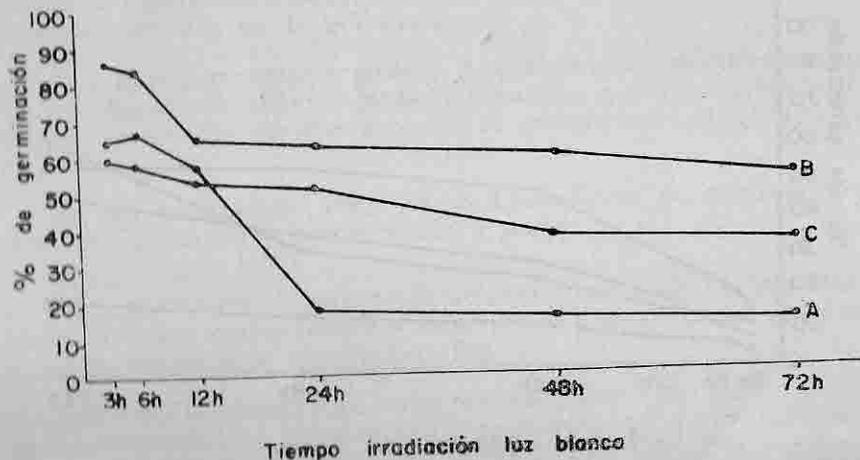


Fig. 2.—Porcentajes de germinación de: A. Nabo amarillo, B. Cenizo, C. Rabanillo, con diferentes períodos de irradiación con luz blanca.

Las semillas de otras malezas como ballico, trébol cadillo, forastera y anisillo mostraron indiferencia a los diversos períodos de irradiación con luz blanca.

Los porcentajes de germinación de avena negra fueron semejantes tanto en condiciones normales como de oscuridad; sin embargo, cuando las semillas fueron expuestas a la luz blanca, esos porcentajes disminuyeron a partir de las 24 horas de irradiación, lo que indica que la germinación de esta especie es inhibida cuando se aumenta el período de irradiación. (Fig. 3).

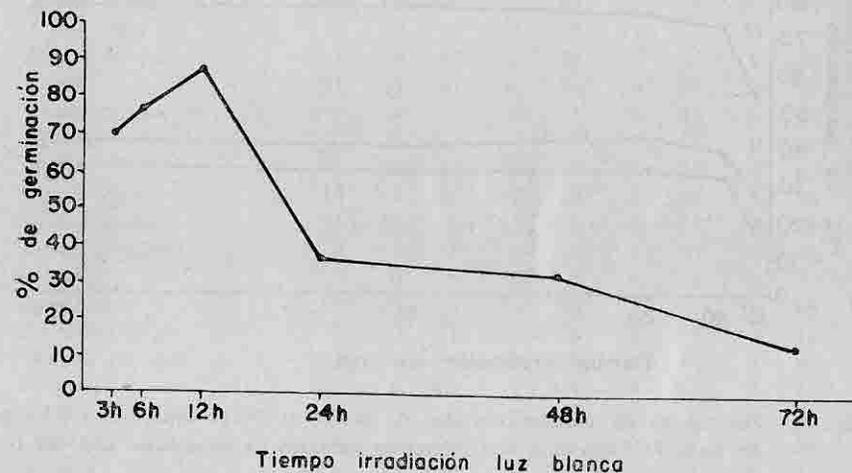


Fig. 3.—Porcentajes de germinación de Avena negra, con diferentes períodos de irradiación con luz blanca.

Las semillas de avena negra, ballico, trébol cadillo, forastera, anisillo y diente de león, que obtuvieron porcentajes de germinación similares en los 2 tratamientos anteriores, se consideran como semillas indiferentes a los efectos de la luz (Tabla IV).

No todas las semillas iniciaron su germinación con el primer período de irradiación; las semillas de barrabasillo lo hicieron después de 6 horas y las de chagraquigua, después de 12 horas. Además, estas malezas presentaron porcentajes de germinación proporcionales al aumento en los períodos de exposición a la luz blanca (Tabla III).

TRATAMIENTO: Luz roja, en función del tiempo de irradiación

En este tratamiento como en el caso con luz blanca, se emplearon diferentes períodos de irradiación con luz roja.

En general se encontró que la irradiación con luz roja aumentó la germinación (Fig. 4). Cuando la irradiación tuvo una duración de 45 minutos, los porcentajes de germinación de las diferentes especies de malezas fueron mayores a los obtenidos con un período de 15 minutos; además, con períodos de 2, 6 y 12 horas, los porcentajes de germinación fueron similares a los conseguidos con 45 minutos (Tabla V). Estos porcentajes inclusive, fueron mayores a los obtenidos con períodos de luz blanca de 3, 6 y 12 horas.

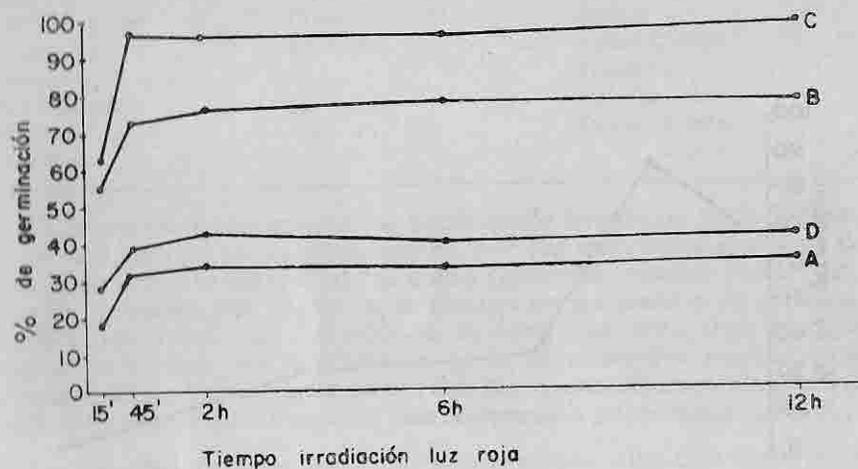


Fig. 4.—Porcentajes de germinación de: A. Bledo, B. Nabo amarillo, C. Lengua de vaca, D. Forastera, con diferentes períodos de irradiación con luz roja.

La germinación de las semillas de chagraquigua, chichira y barrabacillo, comenzó después de 45 minutos de irradiación, lo que significa que estas semillas para que germinen necesitan un período de exposición a la luz roja mayor a los 15 minutos (Tabla V).

Las semillas de gualola, corazón herido y poma, tampoco germinaron en este tratamiento.

#### TRATAMIENTO: Luz "rojo lejano", en función del tiempo de irradiación.

En este tratamiento se emplearon los mismos períodos de irradiación utilizados para la luz roja.

La luz "rojo lejano" produjo efectos completamente contrarios a los obtenidos con irradiación de luz roja. En general los porcentajes de germinación disminuyeron en forma considerable (Fig. 5). Los períodos de irradiación de 15 a 45 minutos fueron los más influyentes, puesto que cuando se sometieron a 2, 6 y 12 horas de ex-

posición a la luz "rojo lejano", se obtuvieron porcentajes de germinación similares a los conseguidos con 45 minutos (Tabla V), lo que está de acuerdo con el tratamiento anterior.

#### — T A B L A V —

#### PORCENTAJES DE GERMINACION CON DIFERENTES PERIODOS DE IRRADIACION CON LUZ ROJA (R) Y ROJO LEJANO (RL)

MALEZA	Períodos de irradiación									
	15 min.		45 min.		2h.		6h.		12h.	
	R	RL	R	RL	R	RL	R	RL	R	RL
Bledo	18	0	32	0	34	0	33	0	35	0
Avena negra	67	40	90	22	92	21	96	20	94	21
Nabo amarillo	55	30	73	11	76	12	78	10	78	11
Pan con queso	13	0	35	0	37	0	32	0	36	0
Cenizo	81	45	91	10	90	20	89	22	92	21
Chagraquigua	0	0	21	0	23	0	20	0	22	0
Chichira	0	0	11	0	13	0	11	0	12	0
Ballico	82	65	95	60	94	61	96	60	95	61
Malva blanca	14	7	32	5	34	4	30	3	36	4
Trébol cadillo	74	63	80	60	77	63	75	62	76	61
Corazón herido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gualola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rabanillo	69	42	81	23	70	25	60	26	68	22
Barrabacillo	0	0	16	0	18	0	15	0	18	0
Lengua de vaca	63	10	97	2	96	3	96	1	99	2
Forastera	28	8	39	3	43	4	40	2	42	2
Poma	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canayuyo	14	0	26	0	25	0	27	0	28	0
Anisillo	21	14	30	5	25	4	28	5	31	4
Diente de león	83	18	96	6	95	5	98	5	94	4

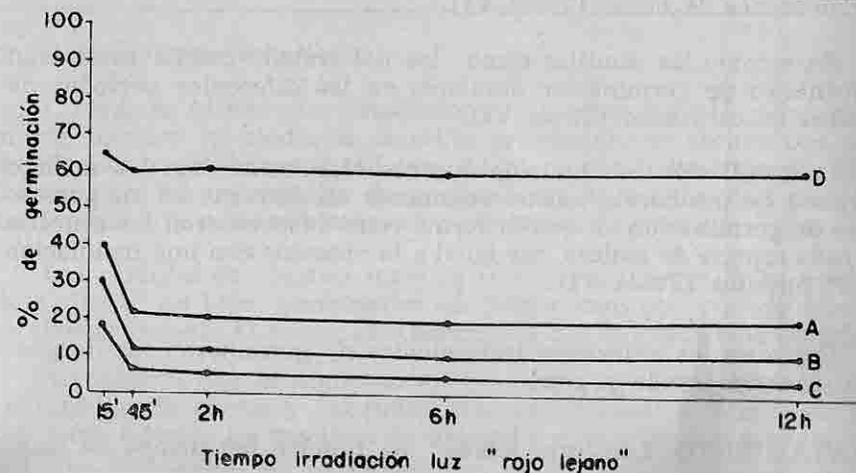


Fig. 5.—Porcentajes de germinación de: A. Avena negra, B. Nabo amarillo, C. Diente de león, D. Ballico, con diferentes períodos de irradiación con luz "rojo lejano".

La irradiación con luz "rojo lejano", impidió en algunas especies la germinación, tal es el caso de bledo, pan con queso, chagraquigua, chichira, barrabasillo y canayuyo. Las semillas de ballico y trébol cadillo, se mostraron indiferentes a los diversos períodos de irradiación con porcentajes de germinación inferiores a los obtenidos con luz roja.

Al igual que en los anteriores tratamientos, no germinaron las semillas de gualola, corazón herido y poma.

**TRATAMIENTO: Luz roja, en función del tiempo de incubación.**

Con el objeto de observar la influencia de la irradiación con luz roja en función del tiempo de incubación, se usaron períodos de incubación previa en la oscuridad de 3, 12 y 24 horas y períodos de irradiación de 15 y 45 minutos.

Cuando las semillas fueron expuestas a la luz roja durante 15 minutos, el mayor porcentaje de germinación promedio se obtuvo con 24 horas de incubación; el menor se obtuvo con 12 horas.

Cuando el período de incubación fue de 12 horas, las semillas de algunas malezas tales como avena negra, nabo amarillo y diente de león, tuvieron porcentajes de germinación menores a los obtenidos con incubaciones de 3 y 24 horas.

El número de semillas germinadas de algunas malezas como bledo, pan con queso, cenizo y rabanillo, aumentó proporcionalmente con el tiempo de incubación. Las semillas de chagraquigua, chichira, barrabasillo, forastera y anisillo, no germinaron con períodos de incubación previa de 3 y 12 horas, lo que nos lleva a afirmar que para que germinen estas semillas deben disponer de una incubación previa de por lo menos 24 horas (Tabla VI).

En cambio las semillas como las del trébol cadillo mostraron porcentajes de germinación similares en los diferentes períodos de incubación utilizados (Tabla VI).

La irradiación con luz roja durante 45 minutos, con los mismos períodos de incubación mostró solamente un aumento en los porcentajes de germinación ya que la forma como respondieron las semillas de cada especie de maleza, fue igual a la obtenida con una irradiación de 15 minutos (Tabla VI).

Como en los anteriores tratamientos no germinaron las de gualola, corazón herido y poma.

**TRATAMIENTO: Luz "rojo lejano", en función del tiempo de incubación.**

En este tratamiento las semillas de las diferentes malezas, se sometieron a los mismos períodos de incubación e irradiación, usados

**PORCENTAJES DE GERMINACION CON IRRADIACION ROJA (R) Y "ROJO LEJANO" (RL) EN FUNCION DEL TIEMPO DE INCUBACION**

Duración de la irradiación: 15 min.

MALEZA	Períodos de incubación					
	3 h.		12 h.		24 h.	
	R	RL	R	RL	R/	RL
Bledo	5	0	13	30	16	0
Avena negra	68	36	31	27	70	41
Nabo amarillo	26	18	8	6	52	28
Pan con queso	10	0	16	0	20	0
Cenizo	25	21	30	25	82	48
Chagraquigua	0	0	0	0	1	0
Chichira	0	0	0	0	2	0
Ballico	77	59	72	56	88	60
Malva blanca	8	6	9	4	12	7
Trébol cadillo	72	68	71	70	73	66
Corazón herido	0	0	0	0	0	0
Gualola	0	0	0	0	0	0
Rabanillo	31	30	39	36	64	44
Barrabasillo	0	0	0	0	1	0
Lengua de vaca	25	12	32	10	67	11
Forastera	0	0	0	0	25	8
Poma	0	0	0	0	0	0
Canayuyo	4	0	2	0	15	0
Anisillo	0	0	0	0	23	12
Diente de león	56	28	15	12	86	20

en el tratamiento anterior.

Cuando se utilizó una irradiación "rojo lejano" de 15 minutos, el mayor número promedio de semillas germinadas se obtuvo con una incubación de 24 horas, igual que en el caso con luz roja. En este tratamiento los porcentajes de germinación de las diversas malezas fueron menores a los obtenidos en el tratamiento anterior (Tabla VI).

Las semillas de algunas malezas como avena negra, nabo amarillo y diente de león, germinaron en menor cantidad cuando fueron incubadas durante 12 horas; esto concuerda con la irradiación anterior.

Se observó que el aumento en el porcentaje de germinación de las semillas de cenizo y rabanillo, era proporcional al tiempo de incubación; además las semillas de forastera y anisillo sólo germinaron con una incubación de 24 horas.

Los porcentajes de germinación de las semillas de ballico, trébol cadillo y lengua de vaca, fueron similares en los 3 períodos de incubación utilizados.

En este tratamiento no germinaron las semillas de bledo, pan con queso, chagraquigua, chichira, barrabacillo y canayuyo (Tabla VI).

Con una irradiación "rojo lejano" de 45 minutos, se obtuvo únicamente una mayor disminución en los porcentajes de germinación; la forma como respondieron las semillas de cada especie fue igual a la obtenida cuando se irradiaron durante 15 minutos (Tabla VII).

Las semillas de gualola, corazón herido y poma, al igual que en los anteriores tratamientos, no germinaron.

— T A B L A VII —

PORCENTAJES DE GERMINACION CON IRRADIACION ROJA (R) Y "ROJO LEJANO" (RL) EN FUNCION DEL TIEMPO DE INCUBACION

Duración de la irradiación: 45 min.

MALEZA	Períodos de Incubación					
	3 h.		12 h.		24 h.	
	R	RL	R	RL	R	RL
Bledo	18	0	26	0	30	0
Avena negra	74	30	42	24	87	56
Nabo amarillo	27	12	9	2	70	20
Cenizo	26	0	55	0	88	0
Pan con queso	12	14	16	19	33	40
Chagraquigua	0	0	0	0	16	0
Chichira	0	0	0	0	9	0
Ballico	83	48	78	41	96	54
Malva blanca	18	4	20	2	35	5
Trébol cadillo	77	64	75	68	79	62
Corazón herido	0	0	0	0	0	0
Gualola	0	0	0	0	0	0
Rabanillo	40	28	43	33	75	35
Barrabacillo	0	0	0	0	14	0
Lengua de vaca	31	6	45	4	92	3
Forastera	0	0	0	0	32	6
Poma	0	0	0	0	0	0
Canayuyo	10	0	6	0	23	0
Anisillo	0	0	0	0	26	9
Diente de león	76	24	60	6	94	14

TRATAMIENTO. Antagonismo roja — "rojo lejano"

En este tratamiento las irradiaciones con luz roja y luz "rojo lejano" se hicieron en forma alterna. La duración de cada irradiación fue de 45 minutos.

La manera como se realizaron las alternaciones fué la siguiente:

R—RL

R—RL—R

R—RL—R—RL

R—RL—R—RL—R

Con este tratamiento se demostró el efecto sobre la germinación de las semillas cuando son irradiadas en forma alterna con roja y "rojo lejano".

La germinación de las semillas de las diferentes especies de malezas fue activada o inhibida dependiendo de la última clase de irradiación efectuada; la irradiación de luz roja activó la germinación y la de "rojo lejano" la inhibió. En general los porcentajes de germinación se asemejaron a los que se obtuvieron en los tratamientos con luz roja y luz "rojo lejano", cuando la duración de la irradiación fue de 45 minutos.

Las semillas de algunas malezas como las de bledo, pan con queso, chagraquigua y canayuyo, mostraron un antagonismo marcado, ya que la estimulación de la germinación hecha por la luz roja fue anulada por completo cuando se expusieron a la irradiación con "rojo lejano"; en cambio en las semillas de otras malezas tales como avena negra, ballico y trébol cadillo, la germinación favorecida por la luz roja no fue completamente impedida por la luz "rojo lejano".

Las semillas de lengua de vaca, cuando fueron irradiadas en la forma: R—RL—R—RL—R, obtuvieron un porcentaje de germinación del 22% que no está de acuerdo con la estimulación ejercida por la luz roja en la alternación R—RL—R; probablemente este resultado se deba al número de alternaciones efectuadas.

TRATAMIENTO: Antagonismo "rojo lejano"-roja.

En este tratamiento al igual que en el anterior, la duración de las irradiaciones fue de 45 minutos y la forma como se realizaron las alternaciones fue la siguiente:

RL—R

RL—R—RL

RL—R—RL—R

RL—R—RL—R—RL

Los resultados mostraron que no hay diferencia entre los porcentajes de germinación conseguidos en este tratamiento, con los obtenidos cuando las alternaciones se iniciaron con luz roja, en el tra-

tamiento anterior. La germinación de las diferentes semillas, dependió también de la última irradiación efectuada, con excepción de las semillas de lengua de vaca, las cuales cuando se irradiaron en la forma RL—R—RL—R, el porcentaje de germinación fue 25% (Table VIII).

— T A B L A VIII —

PORCENTAJES DE GERMINACION CON IRRADIACION "ROJO LEJANO"  
(RL) — ROJA (R)

Duración de la irradiación: 45 min.

MALEZA	Irradiación			
	RL-R	RL-R-RL	RL-R-RL-R	RL-R-RL-R-RL
Bledo	32	0	37	1
Avena negra	82	25	85	20
Nabo amarillo	74	14	79	18
Pan con queso	41	0	36	0
Cenizo	91	16	85	13
Chagraquigua	14	0	18	0
Chichira	12	0	17	0
Ballico	85	58	91	62
Malva blanca	30	6	39	4
Trébol cadillo	75	65	81	60
Corazón herido	0	0	0	0
Gualola	0	0	0	0
Rabanillo	61	21	70	25
Barrabasillo	0	0	0	0
Lengua de vaca	95	3	25	2
Forastera	39	6	31	8
Poma	0	0	0	0
Canayuyo	20	0	26	0
Anisillo	20	7	28	6
Diente de león	90	5	96	8

Las semillas de gualola, corazón herido y poma no germinaron en estos 2 tratamientos.

V.— CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Analizando los resultados obtenidos en este trabajo se concluye lo siguiente:

1. De las semillas estudiadas unas germinaron mejor en la luz, otras lo hicieron en la oscuridad y otras fueron indiferentes. En general hubo mejor germinación en la luz que en la oscuridad.

2. Un incremento en el período de irradiación con luz blanca, aumentó o disminuyó el porcentaje de germinación, dependiendo de la especie de semilla utilizada. En general hubo mayor germinación cuando el período de irradiación con luz blanca fue más prolongado.

3. La luz roja incrementó la germinación de las semillas de las malezas estudiadas. Una irradiación con 45 minutos dio porcentajes de germinación similares a los obtenidos con 2, 6 y 12 horas de luz roja y mayores a los conseguidos con 3, 6 y 12 horas de luz blanca.

4. La luz "rojo lejano" disminuyó, e incluso inhibió en algunos casos, la germinación de las diferentes semillas de malezas. Con 45 minutos de irradiación los porcentajes de germinación fueron similares a los obtenidos con 2, 6 y 12 horas.

5. Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron con una incubación en la oscuridad de 24 horas y con los menores períodos de irradiación tanto roja como "rojo lejano".

6. La germinación de las semillas sometidas a irradiaciones alternas roja—"rojo lejano" y "rojo lejano"—roja, dependió de la última clase de irradiación efectuada.

7. En algunas malezas la acción estimulante ejercida por la luz roja fue anulada completamente por la acción inhibidora de la irradiación "rojo lejano".

8. Las semillas de algunas especies de malezas, debido a las características de su testa, no germinaron en ninguno de los tratamientos.

Recomendaciones.

1. Realizar estudios sobre la influencia de la luz en la germinación, teniendo en cuenta otros factores que afectan el proceso germinante.

2. Emplear métodos de escarificación en aquellas semillas de malezas que, como la gualola, corazón herido y poma, no germinaron bajo los tratamientos realizados en este estudio.

VI.— RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, con el objeto de observar la influencia de la luz en la germinación de las semillas de 20 especies de malezas, las más abundantes e importantes económicamente en cultivos de clima frío del Altiplano de Pasto.

Las semillas fueron sometidas a los siguientes tratamientos: condiciones normales, condiciones de oscuridad, con luz artificial blanca, roja y "rojo lejano", en función del tiempo de irradiación, roja y "rojo

lejano" en función del tiempo de incubación y antagonismo rojo-rojo lejano" y "rojo lejano"-roja. La prueba de germinación se realizó en cajas de Petri utilizando como sustrato papel filtro uniformemente humedecido con agua desionizada.

Para los tratamientos en condiciones de oscuridad y luz artificial la temperatura fue de 20°C y la humedad relativa del 93% ± 2%; para el tratamiento en condiciones normales la temperatura fue de 18°C ± 1°C y la humedad relativa del 90% ± 2%.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

1. El porcentaje de germinación promedio bajo condiciones normales fue mayor al conseguido en condiciones de oscuridad.
2. Con el mayor período de irradiación con luz blanca, se obtuvo el máximo porcentaje de germinación promedio.
3. La luz roja incrementó la germinación de las diferentes especies de malezas. Las irradiaciones con luz "rojo lejano" disminuyeron la germinación y en algunos casos la inhibieron.
4. En general, la germinación dependió del período de incubación. Con 24 horas de incubación previa en la oscuridad e irradiaciones roja y "rojo lejano" se obtuvo el mayor porcentaje de germinación promedio.
5. Cuando las semillas se irradiaron en forma alterna con roja-rojo lejano" y "rojo lejano"-roja, respondieron solamente al último tipo de irradiación efectuado.
6. Las semillas de las malezas estudiadas, de acuerdo con sus exigencias en luz u oscuridad para germinar, se clasificaron en 3 grupos; influenciadas por la luz, influenciadas por la oscuridad e indiferentes.
7. Las semillas de gualola, corazón herido y poma no germinaron en ninguno de los tratamientos debido a las características de la testa.

## VII. — SUMMARY

### LIGHT INFLUENCE ON THE WEED SEEDS GERMINATION OF COLD CLIMATES.

The present work was carried out in the Plant Physiology Laboratory of the Agricultural Science College of the University of Nariño, with the purpose of observing the influence that light has on germination of weed seeds from 20 species, those more predominant and economically important in cold climate crops in Pasto Highland.

Seeds were subjects to these treatments: normal environment, darkness, white artificial light, red and "far red" in function of time or irradiation, red and "far red", in function time of incubation and antagonism red-far red and "far red"-red. The germination proof was

conducted in Petri glasses utilizing as a substrate filter paper uniformly wetted with deionized water.

Temperature and relative humidity were 20°C ± 2°C and 93% ± 1%, respectively, for the dark and artificial light treatments; temperature and relative humidity were 18°C ± 1°C and 90% ± 2% respectively for the normal environment treatment.

These results were obtained:

1. The mean germination percentage under normal conditions was greater than at darkness.
2. The greatest mean germination percentage was obtained with the largest irradiation white light period.
3. Red light increased germination from different species of weeds. Irradiation with "far red" reduced germination and in some cases were inhibited.
4. In general, germination depended on incubation period. A greater mean percentage of germination was obtained with a 24 hours period after a darkness and red and "far red" irradiation treatments.
5. Seeds were activated with the "far red"-red irradiation only when they were subjected to an alternating treatments of red-"far red" and "far red"-red.
6. Weed seeds from different species, may be classified, according to their needs for light and darkness for germinating, within three groups; light influenced, darkness influenced and indifferent.
7. "Gualola", "Corazón herido" and "poma" seeds did not germinate under any one of the treatments, because of test characteristics.

## VII. — BIBLIOGRAFIA

1. AKKERMANS, L. y J. van ROODEN. A preliminary study on photoblastism in seeds and fruits of some tropical plants, mainly weeds. State University of Utrecht, Botanical Laboratory and Universidad Central de Venezuela, Departamento de Botánica Agrícola, 1968-1969. 72 p.
2. BAKER, J. W. y G. E. ALIEN. Biología e investigación científica. Trad. del inglés por Jaime G. George e Ine S. de Uphoff New York. Fondo Educativo Interamericano, 1970. 666 p.
3. CARDENAS, J. et al. Malezas de clima frío. Bogotá, Carvajal 1970. 127 p.
4. CRACKS, A. S. y W. W. ROBBINS. Weed control. 3rd ed. New York, McGraw Hill, 1962. 660 p.